

Curvas horizontales críticas de la vía terciaria que comprende la vereda alto Guayabo y la vía a la vereda de samaria en el municipio de Ortega Departamento del Tolima

.....

Critical horizontal curves of the tertiary road comprising the Alto Guayabo and Samaria roads in the municipality of Ortega, Department of Tolima

Carlos Andrés Correa Reyes¹, Johan Manuel Tavera Ardila²

Recibido: 18 de noviembre 2020
Aprobado: 11 de diciembre 2020

.....

¹ Especialista en gerencia de proyectos –
Uniminuto, Bogotá, Colombia
carlosc8727629@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-2969-5005>

² Especialista en gerencia de proyectos –
Uniminuto, Bogotá, Colombia,
johanma5246585@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-8514-0445>

RESUMEN

La siguiente investigación permitió reconocer cual es el estado de una de las vías del municipio del Tolima, la cual es un estereotipo de riesgo de las vías terciarias de Colombia; como asegura Villa & Ramirez (2014) el vínculo estrecho que existe entre pobreza, ruralidad, aislamiento geográfico y densidad, debido a estas características las vías terciarias son la principal fuente económica es la producción agrícola y se obtiene de las zonas rurales de los municipios de Colombia es de esencial requerir un análisis de los trazados actuales de las vías terciarias; por lo cual esta investigación se enfocó en objetivo fundamental determinar las curvas horizontales críticas de las vías terciarias en el municipio de Ortega departamento del Tolima, Colombia, comprendida entre la intersección de Samaria y la vereda de Guayabo Alto.

Palabras clave: Curvas horizontales, Radio, Curvas, Samaria, Vía Terciaria, Vía.

ABSTRACT

The following research allowed to recognize the state of one of the roads of the municipality of Tolima, which is a stereotype of risk of the tertiary pathways of Colombia; as Villa & Ramirez (2014) states, the close link between poverty, rurality, geographical isolation and density, due to these characteristics the tertiary pathways are the main economic source is agricultural production and it is obtained from the rural areas of the municipalities of Colombia it is essential to require an analysis of the current layouts of the tertiary pathways; therefore, this research focused on the fundamental objective of determining the critical horizontal curves of the tertiary pathways in the municipality of Ortega department of Tolima, Colombia, between the intersection of Samaria and the macerated guayabo Alto.

Keywords: Horizontal curves, Radius, Curves, Samaria, Tertiary Way, Via.

Introducción

El estado de las vías terciarias en Colombia ha sido un factor indispensable para el desarrollo económico del País, los costos de transporte se incrementan por las malas condiciones de la infraestructura vial, por los largos y difíciles tiempos de transporte, que llevan a un mayor consumo de combustible, y poniendo en riesgo la seguridad de los transportadores, los pasajeros y las mercancías; por la diversa topografía donde se encuentra la vía, o por el mismo trazado de la misma, según Cardenas Grisales (2013) El diseño geométrico es la parte más trascendental al hacer una vía, ya que a través de él se instaura su distribución geométrica tridimensional, con el propósito de que la vía sea eficaz, segura, cómoda, estética, económica en tiempos de viaje y amigable con el medio ambiente, a mayoría de las vías terciarias de Colombia no cuentan con un

diseño geométrico que cumpla con la normatividad del instituto nacional de vías (INVIAS).

La presente investigación se enfoca en la vía terciaria que comunica la intersección de la vía a con la vereda de Guayabo Alto del municipio de Ortega del departamento del Tolima en Colombia, en el aporte de (P.B.O.T Ortega, 2010) afirma que es una de las zonas en las cuales se producen productos agrícolas que benefician a la economía y al desarrollo del municipio de Ortega, pero habitualmente, la lluvia y el tránsito de vehículos pesados colaboran en el deterioro de esta vía y aumentando la inseguridad de la vía ya que el trazado de la vía no es el óptimo para garantizar la seguridad de transitividad de la vía, de tal modo se evalúa el diseño geométrico de la vía.

Para establecer cuáles son las curvas críticas del tramo en estudio, basándonos en las características topográficas y trazado actual de la vía en estudio. De este modo, se espera que al identificar estas curvas se pueda pensar a futuro en la implementación de una mejora en su geometría y diseños de curvas y evitar que se siga planteando vías con estas curvas que afectan la seguridad de los conductores pasajeros y población colindante a la vía para así mejorar la calidad de vida de sus habitantes en cuanto seguridad como en economía.

Esta vía por su alta transitividad de productor agrícolas y transporte urbano, se ha tornado insegura, y esto va en proporción al estado actual de la capa de rodadura, ya que no está intervenida y la erosión y mal manejo de aguas lluvias, amplía la posibilidad de accidentes, de allí que se plantea la pregunta ¿Cuál es la importancia de identificar las curvas horizontales críticas en vías terciarias en el municipio de Ortega Tolima?

El propósito del estudio realizado fue la identificación de las curvas horizontales críticas de la vía terciaria que comprende la vereda Alto Guayabo y la intersección de la vía a Samaria en el municipio de Ortega departamento del Tolima Colombia, para su ejercicio se logró identificar las condiciones climáticas, económicas, geológicas y demográficas, seguido se determinó las características topográficas, mediante levantamiento satelital, logrando identificar el tipo de terreno de la vía en estudio, clasificando las curvas críticas de la vía que conduce vereda alto guayabo y la vía a la vereda de samaria en el municipio de Ortega Colombia, que no cumplen con la normatividad actual vigente, generando un plano de la localización de las mismas.

Estado del arte sobre vías terciarias

En el diseño de carreteras es fundamental para garantizar la seguridad vial y la comodidad del tránsito, Ariza Ariza (2011) afirma que las características Geométricas (curvas espirales, curvas circulares, curvas verticales) en la vía terciaria de Silvana en Cundinamarca, para confrontarlas con el manual de diseño geométrico de Vías, y

reevaluar las características de la misma, de igual forma la investigación de Díaz Villalobos (2012) expone que el replanteo de una curva circular simple, con un previo calculo y análisis de la misma para poder dar pautas de la más efectiva y comprobar las teorías del bibliográfico que cita en su trabajo el ingeniero James Cárdenas Grisales, para lograr tal fin realiza la practica en campo con los diferentes métodos de curvas, por deflexiones y cuerda, igualmente.

El autor James Cárdenas Grisales evaluó, las características de las vías de diferentes categorías, principales, secundarias y terciarias Según Cardenas Grisales (2013) el diseño integro de una vía o carretera, afirma que lo más importante es el diseño geométrico, porque prestablece la configuración de la vía en tridimensional, con el único fin de garantizar seguridad, comodidad, economía estética, y compatibilidad con el medio ambiente, de igual forma el trabajo de Ortegon Caceres (2014) desarrollo una investigación que determina los accidentes y el tráfico que se provocan en la vía Caracas, tomando como bases varios datos como el volumen de tránsito, las características de las curvas, uso programas de sistemas avanzados para lograr dar solución al problema de investigación.

James Cárdenas Grisales, es ingeniero civil graduado de la universidad del cauca, en Colombia realizo un libro donde especifica teorías básicas para la realización de un diseño de vías, abarca vías primarias hasta terciarias de allí se determinan los elementos básicos de las curvas; Cárdenas Grisales (2013), “Clasifican las vías debido a varios factores que lo componen” los cuales son los siguientes: Según su función, según el tipo de terreno.

Para el diseño preliminar de las vías se debe plantear, las rutas o posibles corredores, que conecten los extremos del proyecto, según Cárdenas Grisales (2013), el diseño y construcción de una vía se inicia con el establecimiento de las rutas o vías favorables que vinculan los extremos de un proyecto y unan los puntos intermedios a paso obligado.

Según (Rojas, 008) Curva horizontal: Es la trayectoria que une dos tangentes horizontales consecutivas; estas pueden estar diseñada y constituida por un empalme básico o por la combinación de dos o más de ellos; en el manual de carreteras (Ministerio de obras publicas y trasnporte Colombia, 2000) una curva vertical son utilizadas para ajustar dos tramos de pendientes constantes explícitas, con el fin de suavizar la transición de una inclinación a otra en el movimiento vertical de los vehículos; garantiza la seguridad, comodidad y la mejor apariencia de la vía; por lo general se usan arcos parabólicos porque producen un cambio constante de la pendiente.

Curva circular simple: Están determinadas por las curvas horizontales circulares simples que son arcos de circunferencia de un solo radio, su propósito es unir dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

Materiales y métodos

El tipo de investigación descriptivo de muestreo no probabilístico ya que seleccionamos la muestra curvas que tienen radio menor a 21 m, en primera instancia se contextualizará la vía en estudio, posteriormente se realizará un levantamiento satelital del eje de la vía, a su vez se extraerán los datos de la topografía a través de un software y la extracción de curvas de nivel del programa Global Mapper, el cual es una herramienta software para convertir coordenadas geográficas a planas. para luego procesara el trazado de la vía en herramientas CAD, según (Autocadesk, 2016) es un diseño asistido por computadora el cual reemplaza la ejecución manual de planos por uno sistemático con él se caracterizó las curvas con sus elementos geométricos, con la ayuda instrumento de medición y realizar un análisis de la norma INVIAS (Instituto nacional de vías) para determinar que curvas se consideran críticas en la vía en estudio, la muestra son las curvas de la vía que comprende la vereda Guayabo Alto y hasta la vía de la vereda Samaria.

Mediante el levantamiento satelital del eje de la vía, se obtendrán datos básicos de la geometría de las curvas, de allí se establece un instrumento de medición como se observa de la figura 1, el cual se plasmó los datos correspondientes básicos de las curvas actuales de la vía, y comparar los parámetros con la norma INVIAS.

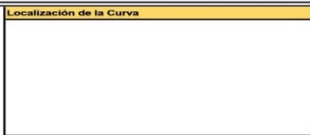
 UNIMINUTO Corporación Universitaria del Minuto de Dios Educación con calidad al servicio de todos		ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE PROYECTOS		CÓDIGO ESP-U-001
				VERSIÓN 001
				FECHA 01/04/2018
FORMATO PARA MEDICIÓN DE CURVAS				
PROYECTO				
CURVAS HORIZONTALES CRÍTICAS DE LA VÍA Terciaria QUE COMPRENDE LA VEREDA ALTO GUAYABO Y LA INTERSECCIÓN DE LA VÍA A SAMARIA EN EL MUNICIPIO DE ORTEGA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.				
INVESTIGADORES				
ING. JOHAN MANUEL TAVERA ARDILA ING. CARLOS ANDRÉS CORREA REYES				
PAIS/AREA/PROYECTO:		COLOMBIA		
DEPARTAMENTO/AREA/PROYECTO:		DEPARTAMENTO DEL TOLIMA		
UBICACIÓN EXACTA:		MUNICIPIO DE ORTEGA - VEREDA GUAYABO ALTO		
HORA Y FECHA DEL EVENTO:		HORA: DÍA: MES: AÑO:		
FECHA DEL REPORTE		DÍA: MES: AÑO:		
NÚMERO DE CURVA: RADIO: DEFLEXIÓN: LONGITUD: ABCISA DEL PC (En m):		Localización de la Curva 		
LONGITUD DE CUERDA: GRADO DE CURVATURA: ABCISA DEL PC: ABCISA DEL PT: TANGENTE:				
COORDENADA DEL PC: X: Y:				
COORDENADA DEL PT: X: Y:				

Figura 1. Instrumento de medición de curvas horizontales. Fuente: Elaboración propia

Resultados

La topografía fue extraída del PBOT (Plan básico de ordenamiento territorial) del municipio de Ortega, y complementada con la extracción de curvas de nivel del proyecto (Open Street Map, 2016), el cual es un proyecto que crea y distribuye gratis los datos geográficos en línea para el mundo; después, utilizando el software (Autocad civil 3d, 2016), que es una herramienta de diseño y cálculo muy útil en el desarrollo de proyectos viales, se realizó la respectiva triangulación para generar las curvas de nivel alrededor del eje de la vía.

Para determinar las características topográficas de la vía terciaria entre la intersección Samaria y la vereda Guayabo Alto, se realizó un levantamiento satelital tomando puntos del trayecto cada 2 segundos utilizando el software gratuito (Osmand., 2016), que es una aplicación móvil de código abierto para visualizar mapas y utilizar un servicio de navegación. Utiliza la base de datos cartográfica de Open Street Map (OSM) para la determinación de los mapas principales, el cual es un proyecto colaborativo para crear mapas libres y editables; los mapas se crean utilizando información geográfica capturada con dispositivos GPS móviles y otras fuentes libres. Los datos obtenidos en los levantamientos son exportados en formato GPX, según (Aragon, 2016) los archivos GPX o GPS eXchange format (Formato de Intercambio GPS) en el cual se guarda la información correspondiente a coordenadas,

altura, velocidad y hora de cada punto localizado. Para lograr la caracterización topográfica del eje de la vía en perfil longitudinal se los archivos GPX.

En la figura 2 se puede observar la topografía característica de la vía; a partir de allí se identifica de qué tipo de terreno se trata, según los lineamientos del manual de diseño geométrico de vías, y en cuántos tramos homogéneos puede ser dividida la vía; para ello se realizó la gráfica del perfil en AutoCAD con los datos del OSMAND ver Figura 2.



Figura 2. Perfil longitudinal de la vía actual identificando su altura cada 250 m.
Fuente: Elaboración propia.

Según INVIAS (2008) la clasificación del terreno depende de la topografía predominante en el tramo en estudio, esto quiere decir que a lo de un trazado pueden presentarse tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno; el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, caracteriza los tipos de terreno según su pendiente longitudinal.

Con los datos de altura cada 250 m en el trayecto de la vía que se identifican en la, figura 3 se realizó el análisis de los promedios de las pendientes de la vía por kilómetro, para indicar en qué tramos y qué tipos de terreno se puede dividir la vía, según INVIAS.

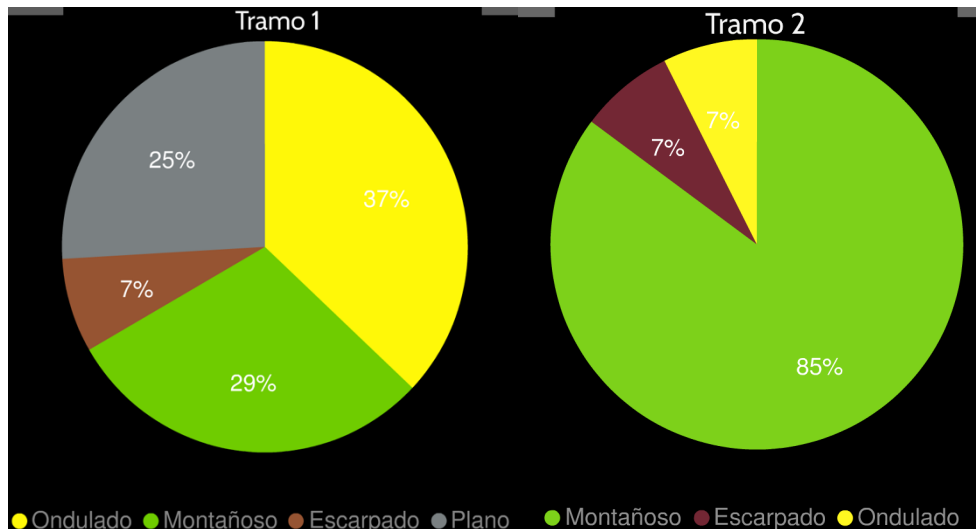


Figura 3. Porcentajes de los tipos de terreno de la vía. Fuente: Elaboración propia.

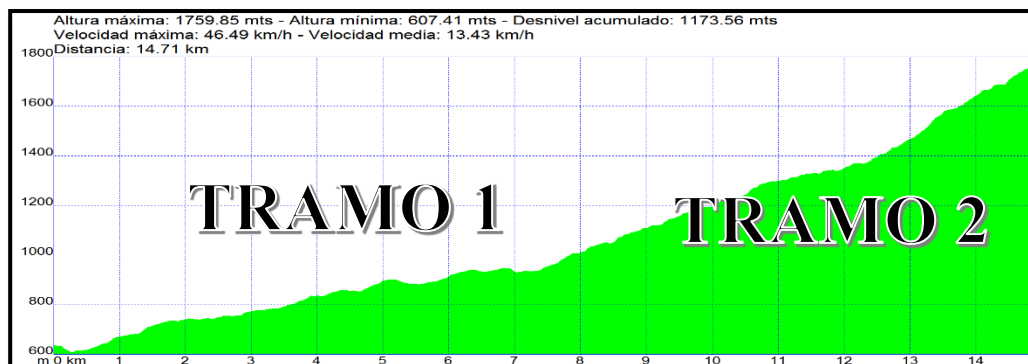


Figura 4. Grafica de la vía de altura en metros con relación distancia en kilómetros, se denota el eje donde se dividirá la vía para realizar el estudio de factibilidad.

como se observa en la figura 4 basándose en la tipología, el tramo número 1 “ondulado” se tomó desde el Ko+000 (Intersección de Samaria) hasta el K8+000. Como se puede observar en la Figura 8, las altitudes sobre las que se desarrolla la vía actual son variables, este Tramo 1 ondulado se encuentra entre las cotas 607 y la 1011 m.s.n.m. El tramo número 2 “escarpado” abarca desde el K8+000 hasta el K14+720 (Guayabo Alto) con altitudes desde 1011 hasta 1759 m.s.n.m.

La vía de la intersección de Samaria y la Vereda de Guayabo Alto, tiene de extensión 14720 kilómetros, cuyo punto de partida se encuentra en la intersección de Samaria, pasando por veredas como, la Samaria, Paloma, Mángales, Guayaquil, los olivos,

Guayabo Pueblo Nuevo, Guayaquil hasta llegar a la vereda de Guayabo Alto, se visualiza el trazado del eje de la vía y se generaron estaciones cada 250 metros, para tener una caracterización más detallada de la vía utilizando la herramienta informática AutoCAD.

De igual forma se subió los datos del trazado actual de la vía al Open Street Map, para tal fin se generó un enlace que se observa en la Figura 5 el cual re direccionara a la vía en la web, mediante un código QR según (paxinasgalegas, 2016) quick response code, significa código de respuesta rápida, la cual es una imagen de puntos el cual almacena información en el cual al ser escaneado con una aplicación de celular que lea estos códigos.



Discusión

Figura 5. Enlace del levantamiento de la vía en estudio en open street map. Fuente: Elaboración propia

MAND y digitalizada mediante CAD, se evidencian que todas y cada una (30) curvas no cumplen con la normatividad INVIAS y manual de diseño geométrico de carreteras Cardenas Grisales (2013), ya que para una vía terciaria con una velocidad de 30 km por hora, velocidad promedio real según tabla No 8, se debe tener un radio mínimo de 21 metros; basándonos en los requisitos INVIAS (2008) el radio de la curva no debe ser menor de 21 metros (m). Basados en la reglamentación, se puede evidenciar que esta vía no cuenta con las características geométricas en general exigidas por la norma INVIAS (2008) y las características de diseño según el manual propuesto Cardenas Grisales (2013) y carece de intervención de personal idóneo para realizar la implementación de la norma INVIAS (2008) y manual de diseño geométrico de carreteras Cardenas Grisales (2013).

Con la resolución 000744 del 04 de marzo de 2009, se implementó el manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS (2008), donde se clasifican por

funcionalidad, por topografía, por las características, determinadas por el ancho de la vía adicionalmente se determinan las características y/o pautas para diseñar una carretera nueva las cuales son: Velocidad de diseño, diseño en planta del eje en carretera, consistencia del diseño geométrico de la carretera, intersecciones a nivel y a desnivel, aseguramiento de calidad del diseño geométrico.

Al realizar la revisión del trazado de la vía que conduce vereda alto guayabo y la vía a la vereda de samaria en el municipio de Ortega departamento del Tolima se pudo determinar que las vías se han hecho por los caminos o trochas hechas por los campesinos sin un estudio técnico ni un diseño geométrico ajustado que garantice los requisitos mínimos exigidos, por la norma INVIAS (2008), y el manual de diseño de carreteras Cardenas Grisales (2013), generando unas vías inseguras, de difícil acceso, mayores tiempos de tránsito y costos de movilización. En el desarrollo de este estudio, aplicando los requerimientos mínimos de diseño de vías según la norma INVIAS (2008) y el manual de diseño geométrico de carreteras Cardenas Grisales (2013), se pudo determinar que la vía que conduce vereda alto guayabo y la vía a la vereda de samaria en el municipio de Ortega departamento del Tolima, no cumple con las condiciones mínimas de diseño geométrico, convirtiéndose en una ruta de difícil accesibilidad, insegura, demorada y de altos costos de transporte.

Conclusiones

En la vía terciaria del municipio de Ortega analizado el levantamiento topográfico y localización satelital, se evidencia que se realizó el trazado de sin estudios previos de acuerdo a las recomendaciones del manual de diseño geométrico y la normatividad de INVIAS, ya que tiene un radio que no cumple con las especificaciones técnicas para una vía cuya velocidad de diseño es de 30 kilómetros por hora.

El estudio permitió identificar las características geométricas de una vía, las cuales se determinaron los siguientes aspectos: Movilidad, seguridad, desarrollo económico, con esta determinación las entidades territoriales, podrán invertir recursos en aspectos puntuales que contrarrestan los accidentes, aumento de la movilidad y desarrollo económico de la región. Se identificó que el municipio de Ortega en el departamento del Tolima, tiene las siguientes características: Climatológicas - el municipio de Ortega presenta variedad de zonas de climáticas cálido, templado y frío, en la vía de estudio la climatología varía en cada uno de los tramos así: Tramo No 1 – Clima Cálido distancia comprendida entre el K0+000 al K8+000.; con una altitud de

607 msnm hasta el 1011 msnm. Tramo No 2 – Clima Frio distancia comprendida entre el K8+001 al K14+720.; con una altitud de 1012 msnm hasta la 1759.00 msnm.

En cuanto economía, la fuente de empleo más alta del municipio de ortega en el departamento del Tolima, es la actividad agrícola y la ganadería. Geológicas - Las formaciones geológicas de la vía conduce vereda alto guayabo y la vía a la vereda de samaria en el municipio de ortega departamento del Tolima, tiene gran variedad geológica determinada así: Tramo No 1 – Grupo Gualanday, formación caballos, formación Saldaña y formación Honda a una distancia comprendida entre el K0+000 al K8+000.

Tramo No 2 – Formación Luisa, batolito de Ibagué y formación Honda a una distancia comprendida entre el K8+001 al K14+720.; con una altitud de 1012 msnm hasta la 1759.00 msnm. Demografía – la población rural perteneciente al sector de la vía conduce vereda alto guayabo y la vía a la vereda de samaria en el municipio de ortega departamento del Tolima, es de 180 Habitantes, más la población aledaña a la vía de estudio.

La topografía se pudo determinar que está dividida en dos tramos así: Tramo No 1 – Terreno Ondulado, tramo No 2 – Terreno Escarpado, el tramo número 1 “ondulado” se tomó desde el K0+000 (Intersección de Samaria) hasta el K8+000; las altitudes sobre las que se desarrolla la vía actual son variables, este Tramo 1 ondulado se encuentra entre las cotas 607 y la 1011 m.s.n.m; el tramo número 2 “escarpado” abarca desde el K8+000 hasta el K14+720 (Guayabo Alto) con altitudes desde 1011 hasta 1759 m.s.n.m ;son de vital importancia ya que de su previo diseño se tienen en cuenta varios aspectos que impactan la movilidad, la seguridad y el desarrollo económico de cualquier región.

El estudio identifico de allí que se pueden identificar las causantes de accidentes, la difícil movilidad de vehículos y por ende el impacto que genera en la economía en cuanto la comercialización de productos agrícolas. Con el estudio se pudo identificar que treinta y seis (36) curvas, que no cumplen con las características mínimas de diseño establecidos por la norma INVIAS del año 2008, y el manual de diseño geométrico de carreteras Cardenas Grisales, lo cual es un factor que influye negativamente en la seguridad, movilidad y desarrollo económico del sector.

Referencias

Alcaldía de Ortega. (25 de 10 de 2016). *Mapas municipio*. Obtenido de <http://www.ortega-tolima.gov.co>:
http://www.ortega-tolima.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=2146940

Aragon. (28 de 10 de 2016). <http://www.aragon.es>. Obtenido de <http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/InstitutoAragonJuventud/Documentos/Instrucciones%20para%20utilizar%20GPX%20tracks%202.pdf>

Ariza Ariza, O. (2011). *Incidencia de las características geométricas y del tránsito en la vía terciarias del municipio de Silvania Cundinamarca*.

Autocad civil 3d. (2016).

Autodesk. (23 de 10 de 2016). www.autodesk.com. Obtenido de <http://www.autodesk.com/solutions/cad-software>

Cardenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: Eco Ediciones.

Diaz Villalobos, D. (2012). *Calculo Y reeplanteo de una curva circular simple*. Sincelejo.

INVIAS. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Colombia: INVIAS. Obtenido de ESPECIFICACIONES NORMAS INVIAS: ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_I NV-07/Especificaciones/Articulo810-07.pdf

Ministerio de obras públicas y transporte Colombia. (2000). *Manual de diseño geométrico para carreteras*. Bogotá.

- Ministerio de transporte. (04 de 03 de 2009).
Resolucion. *Resolucion 000744* .
Colombia.
- Open Street Map. (2016).
- Ortegon Caceres, L. Y. (2014). *Ortegón Cáceres, L. Y. (2014). Estudio geométrico a desnivel para posibles intersecciones vehiculares en la Caracas, tramo calle 76-calle 28.* Bogota.
- Osmand. (2016). OpenStreetMap Automated Navigation Directions.
- P.B.O.T Ortega. (2010). *P.B.O.T Ortega.* Ortega: Alcaldia Ortega.
- Rojas, P. C. (008). *Diseño Geometrico de Carreteras.* Bogota.
- Sagut. (23 de 1 de 2015). Sagut. Cali, Colombia.
- Villa , L., & Ramirez, J. (2014). *Infraestructura regional y pobreza rural.*
- Yepes, M. (2013b). *Financiación de la infraestructura en los municipios del sistema de ciudades de colombia.* Bogota.